

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 10 月 21 日 (21.10.2004)

PCT

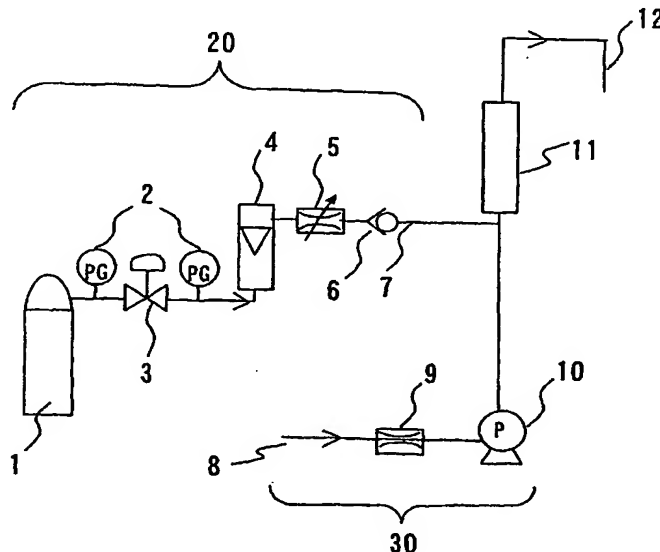
(10) 国際公開番号  
WO 2004/089521 A1

- (51) 国際特許分類: B01F 1/00, A61H 33/02 [JP/JP]; 〒1088506 東京都港区港南一丁目 6 番 4 1 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004453
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 29 日 (29.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2003-099184 2003 年 4 月 2 日 (02.04.2003) JP  
特願 2003-421355 2003 年 12 月 18 日 (18.12.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱レイヨン株式会社 (MITSUBISHI RAYON CO., LTD.)
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大谷内 健 (OOY-ACHI, Ken) [JP/JP]; 〒7390698 広島県大竹市御幸町 20 番 1 号 三菱レイヨン株式会社中央技術研究所内 Hiroshima (JP). 榊原 巨規 (SAKAKIBARA, Hiroki) [JP/JP]; 〒1088506 東京都港区港南一丁目 6 番 4 1 号 三菱レイヨン・エンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木 敏 (SUZUKI, Satoshi) [JP/JP]; 〒4618677 愛知県名古屋市東区砂田橋四丁目 1 番 60 号 三菱レイヨン株式会社商品開発研究所内 Aichi (JP). 田阪 広 (TASAKA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒4618677 愛知県名古屋市東区砂田橋四丁目 1 番 60 号 三菱レイヨン株式会社商品開発研究所内 Aichi (JP). 佐藤 正明 (SATOU, Masaaki) [JP/JP]; 〒4618677 愛知県名古屋市東区砂田

[続葉有]

(54) Title: EQUIPMENT AND PROCESS FOR THE PRODUCTION OF CARBONATED WATER

(54) 発明の名称: 炭酸水製造装置及び炭酸水製造方法



(57) Abstract: Equipment for the production of carbonated water and a process for the production thereof, which enable easy and simple production of high-concentration carbonated water at a low cost. Equipment for the production of carbonated water provided with a static mixer having 20 to 100 elements and a process for the production thereof by using such a static mixer make it possible to produce high-concentration carbonated water easily, simply, and at a low cost, and the equipment and the process are applicable particularly effectively to so-called one-pass processes. Additionally, high-concentration carbonated water can be more efficiently produced under the conditions satisfying the relationship:  $Re \times N = 100000$  to  $2000000$  wherein  $N$  is the number of elements of the static mixer and  $Re$  is the Reynolds number as observed when a water/carbon dioxide mixture flows in the static mixer.

(57) 要約: 高濃度の炭酸水を安価かつ簡便に製造することのできる炭酸水の製造装置及び方法に関する。 エレメント数が 20~100 個であるスタティックミキサーを使用する炭酸水製造

[続葉有]

WO 2004/089521 A1



橋四丁目1番60号 三菱レイヨン株式会社商品開発研究所内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 野口 武男 (NOGUCHI, Takeo); 〒1010063 東京都千代田区神田淡路町2丁目10番14号 ぱんだいビル むつみ国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

装置及び炭酸水製造方法は、高濃度の炭酸水を、安価かつ簡便に製造することができ、いわゆるワンパス型の製造方法において特に効果的に適用できる。また、スタティックミキサーのエレメント数をN個とし、スタティックミキサー中を、水と炭酸ガスの混合体が行く際のレイノルズ数を $Re$ としたとき、 $Re \times N$ が100000～2000000となるようにすると、さらに効率的に高濃度の炭酸水を製造することができる。

## 明 細 書

## 炭酸水製造装置及び炭酸水製造方法

## 5 技術分野

本発明は、炭酸水の製造装置及び製造方法に関する。より詳しくは、効率よく高濃度炭酸水を得る炭酸水の製造装置及び製造方法に関する。

## 背景技術

10 炭酸水は優れた保温作用があることから、古くから温泉を利用する浴場等で用いられている。炭酸水の保温作用は、基本的に、含有炭酸ガスの末梢血管拡張作用により身体環境が改善されるためと考えられる。また、炭酸ガスの経皮浸入によって、毛細血管床の増加及び拡張が起こり、皮膚の血行を改善する。このため退行性病変及び末梢循環障害の治療  
15 に効果があるとされている。

近年、特に前述の治療において、炭酸水中の炭酸ガス濃度が、約40℃の水における過飽和濃度域である1200mg/L前後になると、更に顕著な効果が得られることが解ってきている。

炭酸水の製造方法としては、炭酸ガス溶解器に、給湯器等から得られた温水を一回だけ通過させることにより炭酸水を製造するワンパス供給型、循環ポンプにより浴槽中の温水を、炭酸ガス溶解器を介して循環させる循環供給型、浴槽中の温水に直接炭酸ガスを分散させる分散型等がある。  
20

また、高濃度の炭酸水を効率的に得るための方法としては、スタティックミキサーを用いる方法（特開昭63-242258号公報及び特開  
25 昭63-242257号公報参照）、中空糸膜を介して、温水中に炭酸ガ

スを溶解させる方法（特開平８－１９７８４号公報参照）が知られている。

スタティックミキサーは安価に入手できるという利点はあるが、エレメント数や通水条件等の溶解条件を制御しないと、高濃度の炭酸水を製造することができない。上記特開昭６３－２４２２５８号公報では、スタティックミキサーの種類等に関する検討はされておらず、エレメント数が１２のスタティックミキサーが開示されているのみであり、高濃度の炭酸水を効率よく製造できていない。

また、上記特開昭６３－２４２２５７号公報の実施例によると、標準的な浴槽容量である２００Ｌの温水中の炭酸ガス濃度を１０００ｍｇ／Ｌにするには３０分もの長時間を要している。時間を短縮するためには炭酸ガス流量を増やすという方法があるが、溶解効率が低下するため好ましくない。

上記特開平８－１９７８４号公報の中空糸膜を用いる方法は、スタティックミキサーを用いる方法に比べ、より高濃度の炭酸水を製造することができるが、比較的高価となりがちである。

本発明は、高濃度の炭酸水を簡便且つ効率よく製造することのできる炭酸水製造装置及び製造方法を提供することを目的とする。

## 20 発明の開示

即ち、本発明に係る炭酸水製造装置の基本構成は、水供給手段と、炭酸ガス供給手段と、エレメント数が２０～１００個であるスタティックミキサーとを有する点と、前記スタティックミキサーに水及び炭酸ガスの供給手段を用いて、同時に水と炭酸ガスを供給して、水中に炭酸ガスを溶解させる点にある。このようにエレメント数が２０～１００個であるスタティックミキサーを使用することで、比較的安価であるにもかか

わらず短時間で高濃度の炭酸水を得ることができる。

前記水供給手段が、水槽と、該水槽中の水を前記スタティックミキサーを介して循環させる複数の循環ポンプとからなり、該複数の循環ポンプが直列に接続されていることが、送液に必要な圧力を高めるうえで好ましい。また、複数台の送液ポンプを直列に接続して用いると、同じ量の水を供給するにあたって、一台の送液ポンプを使用する場合と比較して、送液ポンプを小型にできるため、合計の電気容量を少なくでき、かつ低騒音となり、また装置そのものも小型化でき、メンテナンスも容易になる。

前記スタティックミキサーの下流に気液分離機が配されることが好ましい。このように気液分離器をスタティックミキサーの後段に設けると、未溶解の炭酸ガスを未然に流路外に排出することができるため、ガス添加性能に不具合が発生することがない。

また、スタティックミキサーのエレメント数を  $N$  個とし、スタティックミキサー中を、水と炭酸ガスの混合体が流れる際のレイノルズ数を  $Re$  としたとき、 $Re \times N$  の値が  $100000 \sim 2000000$  となるようにすると、さらに効果的に高濃度の炭酸水を製造することができる。

また、供給する炭酸ガスの流量を  $X$  (L/min) として、供給する水の流量を  $Y$  (L/min) としたときに、水と炭酸ガスの混合体を前記スタティックミキサーに 1 回だけ供給する場合には、 $X/Y$  の値が  $0.5$  から  $1.2$  の範囲、水と炭酸ガスの混合体を循環供給する場合には、 $X/Y$  の値が  $0.3$  から  $1.0$  の範囲にそれぞれ設定すれば、効率よく高濃度の炭酸水を得ることができるため好ましい。

## 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の炭酸水製造装置の一例を示す概略図である。

第2図はスタティックミキサーのエLEMENT数と、生成される炭酸水中の炭酸ガス濃度及び圧力損失との関係の例を示すグラフである。

第3図はスタティックミキサーのエLEMENT数と、供給する水の流量及び圧力損失との関係の例を示すグラフである。

5 第4図はスタティックミキサーの内径と、水の流量及び圧力損失との関係の例を示すグラフである。

第5図は水の流量Yと、炭酸ガスの流量Xの比率を変化させた際の、生成される炭酸水中の炭酸ガス濃度及び溶解効率との関係の例を示すグラフである。

10 第6図は本発明の炭酸水製造装置の別の一例を示す概略図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

15 図1は本発明の炭酸水製造装置の一例を示す概略図である。即ち、この実施形態ではスタティックミキサーに水と炭酸ガスの混合体を一回だけ供給することによって（以下、これをワンパス供給という。）炭酸水を製造する装置の構成を示している。製造された炭酸水はコップに受けて飲用等に用いてもよいし、シャワーヘッドを通してシャワーで浴びてもよい。

20 本実施形態による炭酸水製造装置は、炭酸ガス供給手段20、水供給手段30及びスタティックミキサー11からなり、炭酸ガス供給手段20から炭酸ガスを、水供給手段30から水を、それぞれ途中で合流させてスタティックミキサー11に供給し、スタティックミキサー11中で  
25 水中に炭酸ガスを溶解させる。

前記炭酸ガス供給手段20は、炭酸ガスの供給源である炭酸ガスボン

べ 1 と、ガス圧力を一定圧に減圧するための炭酸ガス圧力制御弁 3 と、炭酸ガス流量計 4 と、ガス流量の制御を行う炭酸ガス流量制御弁 5 と、逆止弁 6 とを備えている。炭酸ガスは、同炭酸ガス供給手段 20 から炭酸ガス導入口 7 を通ってスタティックミキサー 11 に供給される。また、前記炭酸ガス圧力制御弁 3 の前後には炭酸ガスポンプ 1 の圧力及び炭酸ガス供給圧力を表示する炭酸ガス圧力計 2 が配されている。

前記炭酸ガス流量計 4 は、炭酸ガス流量の調整や正しい流量が流れているかを確認するために、必要に応じて設置することができる。

炭酸ガスの流量制御は、炭酸ガス圧力制御弁 3 だけを用いて行うことも可能であるが、常時一定の炭酸ガス濃度を得るためには、図 1 に示したように、炭酸ガス圧力制御弁 3 と炭酸ガス流量制御弁 5 とを併用して流量制御をすることが好ましい。

炭酸ガス流量制御弁 5 としては、種々のニードルバルブ、オリフィス、電子式に使われているピエゾもしくはソレノイドアクチュエーターなどが挙げられるが、ニードルバルブが安価で好ましい。

水は、給湯器等によって 30℃～50℃程度にまで適宜加温されて温水となり、水供給手段 30 によって、水導入口 8 から炭酸水製造装置に供給される。このとき、水道の元圧を利用して供給しても構わないが、スタティックミキサー 11 の圧損により、場合によっては必要流量を供給できないことがあるので、増圧ポンプ 10 を用いることが望ましい。増圧ポンプ 10 は、高揚程型の増圧ポンプであることが好ましく、特にダイヤフラムポンプが安価でかつ能力が高いため好ましい。

なお、給水圧力が高すぎて給水量が多くなる場合、一定以上に水流量が上がらない水定流量弁 9 を用いて水流量を制御することにより、給水圧が変動する場合であっても給水量を常に一定に保つことができる。

炭酸ガスと温水の合流部は、両者が合流できればよく、一般の配管部

材として用いられるチーズ配管、クロス配管、ユニオンなどを用いることができる。

炭酸ガスと温水は、スタティックミキサー 11 内で混合され、炭酸ガスが水中に溶解される。スタティックミキサー 11 は、駆動部のない静止型のミキサーであり、管の内部に設けられた、螺旋形状やバッフル板形状等をもつエレメントによって、流体が分割されたり、反転されたり、方向転換されたりすることによって、混合が行われる。

スタティックミキサーの詳細については、化学工学会編、榎書店発行、化学工学の進歩 34、ミキシング技術、第 14 章に記載されている。

本発明に使用するスタティックミキサー 11 の種類としては、管中に右方向にねじれた螺旋状エレメントと、左方向にねじれた螺旋状エレメントが交互に配されたタイプ、即ち、ケニックスタイプ（スパイラルタイプともいう。）、管の中央に軸が配され、軸に半楕円形のバッフル板が配されたタイプ、即ちステータタイプが、安価に入手できるため好ましい。

スタティックミキサー 11 に同じ流量で水を流す場合、スタティックミキサー 11 のエレメント数  $N$  が多いほど混合されやすくなり、炭酸ガス濃度の高い炭酸水が得られる。しかしながら、エレメント数が増えると、生成する炭酸水の炭酸ガス濃度は頭打ちになる一方で、通水を行う際に生じる圧力損失が大きくなり、通水が困難となる場合がある。

本発明にあつては、スタティックミキサー 11 としてエレメント数  $N$  が 20～100 個のものを用いる。

図 2 は、ワンパス供給において、スタティックミキサー 11 のエレメント数  $N$  を変えたときに、供給する水の流量を 5 (L/min)、供給する炭酸ガスの流量を 4 (L/min) とした際の、生成される炭酸水中の炭酸ガス濃度と、圧力損失との相関例を示す。なお、使用したスタティックミキ



サーは、ノリタケカンパニーリミテッド社製のケニックスタイプ（製品名DSP型）で、内径は10mmである。図2から明らかなように、エレメント数Nを100よりも多くすると、炭酸ガス濃度の増加率は低くなり、圧力損失が高くなる。

5 一方、エレメント数Nが20よりも少なくなると、炭酸ガスの溶解効率が低下する。この低下を防ぐためには、供給する水の流量を多くして乱流を形成する必要がある。その結果、やはり圧力損失が大きくなり、通水が困難となる場合がある。

図3は、ワンパス供給において、スタティックミキサーのエレメント  
10 数Nを変えたときに、生成される炭酸水中の炭酸ガス濃度を1340 (mg/L)とするのに必要な水の流量と、圧力損失との相関を例示している。なお、使用したスタティックミキサーは、ノリタケカンパニーリミテッド社製のケニックスタイプ（製品名DSP型）で、内径は10mmである。図3から明らかなように、エレメント数Nが20よりも少ないときは、多量の水を流す必要があり、圧力損失が急激に高くなる。  
15

以上のことから、スタティックミキサー11のエレメント数Nの下限は20以上が必要であり、24以上が好ましい。また、エレメント数Nの上限は100以下が好ましく、50以下であればより好ましい。

なお、スタティックミキサー11は、一本のまま使っても構わないが  
20 、複数本を直列に連結して使用することもできる。直列に連結した場合のエレメント数Nとは、一つの流路中に存在するエレメント数をいうものであり、例えば一本あたりのエレメント数が7個のスタティックミキサー11を5本直列に連結した場合、エレメント数Nは35個である。

スタティックミキサー11は、複数本を並列に連結して使用すること  
25 もできる。並列に連結して使用すると、圧力損失を低い状態に保ちつつ、一度に生成できる炭酸水量を増加させることができるため、好ましい

。

並列に連結する場合には、例えば一本あたりのエレメント数が20個のスタティックミキサー11を5本並列に連結した場合であっても、エレメント数Nは20個である。

5      本発明に使用するスタティックミキサー11の内径は、あまり細いと圧力損失が高くなり、多流量での通水ができないため、内径の下限は、5mm以上とすることが好ましく、10mm以上がより好ましい。

また、供給する水の流量が一定の条件下では、スタティックミキサー11の内径が太くなるにつれて、生成される炭酸水中の炭酸ガス濃度が低下する傾向にあり、高濃度の炭酸水を製造するためには、供給する水の流量を多くすることが必要となる。

10

図4は、ワンパス供給において、スタティックミキサー11の内径と、生成される炭酸水中の炭酸ガス濃度を約1200(mg/L)に維持するために必要な水の流量と、その際の圧力損失との相関例を示している。なお、供給する炭酸ガスの流量と供給する水の流量との比は、0.8で一定とし、使用したスタティックミキサーは、TAHインダストリーズ社製のステータタイプ（製品名5シリーズ）で、エレメント数は28である。

15

図4からわかるように、スタティックミキサー11の内径を太くすると、供給する水の流量を高くしても、水の圧力損失は低くなる傾向にある。

20

しかしながら、供給する必要のある水の流量があまりに多いと炭酸水製造装置が大規模なものとなるため、内径の上限としては、100mm以下とすることが好ましく、50mm以下がより好ましい。

25      スタティックミキサーに水と炭酸ガスの混合体を供給するにあたっては、流体の乱れ度合いを示す指標として一般に用いられるレイノルズ数

(Re)と、スタティックミキサーのエレメント数Nとの間で、下式(1)を満足させることが、効率的に高濃度の炭酸水を製造することができるため好ましい。

$$100000 \leq Re \times N \leq 2000000 \quad \cdots (1)$$

温水と炭酸ガスとの混合をスタティックミキサーにて行う場合、レイノルズ数Reは、下式に従って計算される。

$$Re = 21200Q / D\mu$$

ここで、Qは温水流量(L/min)、Dはスタティックミキサーの内径(mm)、 $\mu$ は水の粘度(mPa・s)、例えば40℃の水の場合、水の粘度は0.65 mPa・sである。

表1は、ワンパス供給において、供給する炭酸ガスの流量と供給する水の流量との比が0.8の条件で、供給する炭酸ガスの流量と供給する水の流量とを変化させた際の、 $Re \times N$ の値と、生成される炭酸水中の炭酸ガス濃度、炭酸ガスの溶解効率、圧力損失との関係の一例を示している。なお、使用したスタティックミキサーは、ノリタケカンパニーリミテッド社製のケニツクスタイプ(製品名DSP型)で、エレメント数は28、内径は10 mmである。また、溶解効率は、以下の式より求めた。

$$\text{溶解効率}(\%) = \text{炭酸水中の炭酸ガス量} / \text{使用した炭酸ガス量} \times 100$$

【表1】

| 炭酸ガス流量<br>(L/min) | 水流量<br>(L/min) | $Re \times N$ | 二酸化炭素濃度<br>(mg/L) | 溶解効率<br>(%) | 圧力損失<br>(MPa) |
|-------------------|----------------|---------------|-------------------|-------------|---------------|
| 0.8               | 1              | 91000         | 820               | 51          | 0.02          |
| 2.4               | 2              | 183000        | 1020              | 63          | 0.06          |
| 4.8               | 6              | 548000        | 1340              | 83          | 0.28          |
| 8.0               | 10             | 913000        | 1480              | 92          | 0.62          |
| 20.0              | 25             | 2283000       | 1750              | 100         | 2.26          |

$Re \times N$ の値が100000よりも小さいと、炭酸ガスの溶解効率が

小さくなる傾向にある。Re×Nの値の下限は200000以上がより好ましい。

Re×Nの値が2000000よりも大きいと、圧力損失が大きくなって通水が困難となる場合がある。Re×Nの値の上限は、1000000以下がより好ましく、500000以下がより好ましい。

また、ワンパス供給において、供給する炭酸ガスの流量をX(L/min)、供給する水の流量をY(L/min)としたとき、下式(2)を満足するようにすることが、より効率的に高濃度の炭酸水を製造することができるため好ましい。

$$0.5 \leq X/Y \leq 1.2 \quad \dots (2)$$

図5は、ワンパス供給において、水の流量Yを6(L/min)に固定し、炭酸ガスの流量Xを変化させた際の、生成される炭酸水の炭酸ガス濃度及び溶解効率との相関例を示す。なお、使用したスタティックミキサーは、ノリタケカンパニーリミテッド社製のケニックスタイプ(製品名D S P型)で、エレメント数は28、内径は10mmである。

X/Yの値が0.5よりも小さいと、炭酸水中の炭酸ガス濃度を高くすることが困難になるため好ましくない。X/Yの値の下限は、0.5以上が好ましく、0.6以上がより好ましい。X/Yの値が1.2よりも大きいと、炭酸ガスの溶解効率が低下する傾向にある。X/Yの値の上限は、1.2以下であることが好ましく、1.0以下がより好ましい。

図6は、本発明の炭酸水製造装置の他の実施形態を概略で示しており、水槽13中の水を、循環ポンプ16によりスタティックミキサー11を介して循環させる(以下、これを循環供給という。)装置の構成を示すものである。炭酸水による全身浴等の大量に炭酸水を使用する用途に適した装置構成となっている。

炭酸ガス供給手段 20 は、炭酸ガスの供給源である炭酸ガスポンプ 1 と、ガス圧力を一定圧に減圧するための炭酸ガス圧力制御弁 3 と、ガス流量の制御を行う炭酸ガス流量制御弁 5 と、逆止弁 6 とを備えている。炭酸ガスは、この炭酸ガス供給手段 20 によって、水の流れるラインに合流する。

炭酸ガス流量制御弁 5 としては、種々のニードルバルブ、オリフィス、電子式に使われているピエゾもしくはソレノイドアクチュエーターなどが挙げられるが、ニードルバルブが安価で好ましい。

水槽 13 内の水は、フィルター 14 と、フロースイッチ 15 と、送液ポンプ 16 とを備えた水供給手段 30 によってスタティックミキサー 11 に供給される。

スタティックミキサー 11 内に供給された炭酸ガスと水は、スタティックミキサー内で混合攪拌され炭酸水となり炭酸水排出口 12 から水槽 13 内に排出され、水槽 13 内の水中の炭酸濃度が増加する。

浴槽からの給水ライン 17 の先端のフィルター 14 は必須ではないが、温水中に混入している髪の毛などの大きなゴミなどをトラップし、循環回路内が汚染されるのを防止するものであり、スポンジ、金網や焼結剤などが使用される。孔径は細かい方が良いが、あまり細かすぎると抵抗が増大するため、数十  $\mu\text{m}$  から数百  $\mu\text{m}$  の間が好ましい。

送液ポンプ 16 の種類としては特に限定されないが、静粛性、コスト、サイズ等の点で遠心ポンプが好ましい。また、送液ポンプ 16 は、ブラシレスポンプであると、電磁ノイズ放出量が少なく、寿命が長いので好ましい。

さらに、送液ポンプ 16 は、自吸式ポンプであれば、運転開始時に浴槽からの給水ライン 17 に水が存在しなくても運転ができるため好ましい。自吸式ポンプは、例えばギャポンプ等の容積式の送液ポンプ、非容

積式ポンプ、使用停止時もポンプヘッド内に水が滞留した状態とされる送液ポンプ等を用いることができる。

送液ポンプ 1 6 は一基でも構わないが、複数基の送液ポンプ 1 6 を直列に接続して用いることにより、送液に必要な圧力を高めることができるため好ましい。複数台の送液ポンプ 1 6 を直列に接続して用いると、  
5 同じ量の水を供給するにあたって、一台の送液ポンプを使用する場合と比較して、送液ポンプを小型にできるため、合計の電気容量を少なくでき、かつ低騒音となり、また装置そのものも小型化でき、メンテナンスも容易になる。

10 なお、図 6 に示す例では送液ポンプ 1 6 は 2 基を直列に接続しているが、3 基以上の送液ポンプ 1 6 を直列に接続するようにしてもよい。また、2 基の送液ポンプ 1 6 を直列に接続し、この 2 基と他の送液ポンプ 1 6 とを並列に接続することもできる。

送液ポンプ 1 6 として遠心ポンプ等を使用する場合、水供給手段 3 0  
15 内の詰まりなどにより、吸入圧や吐出圧の変動により供給量が大きく変動し、炭酸水の溶解挙動に影響を及ぼす。そのため、供給水量検出手段としてフロースイッチ 1 5 を設け、供給量を検知することが好ましい。流量検出手段には、フロートの動きにより、リードスイッチが動作し、設定流量以下になった場合、OFF の信号を出すフロースイッチ 1 5 を  
20 使用することが好ましい。

浴槽等水槽 1 3 内の水を循環させて炭酸水を得るにあたって、水槽 1 3 内の水中に未溶解の炭酸ガスの気泡が多量に存在する場合には、給水ライン 1 7 から炭酸ガス気泡を吸い込んで、送液ポンプ 1 6 の空転や、スタティックミキサー 1 1 への水供給量と炭酸ガス供給量のバランスが  
25 崩れてしまう可能性がある。従って、スタティックミキサー 1 1 の下流側に気液分離器 4 0 を設けることが好ましい。

気液分離器 40 としては、例えば疎水性の多孔膜を介して水と大気とを接触させ、水中から気泡を取り出す方法や、流速を低下させ水と気泡の密度差を利用して下方に水、上方に炭酸ガスを分離する方法等を採用することができるが、水と気泡の密度差を利用して気液を分離する方法が簡便で好ましい。

図 6 に示す例では、気液分離器 40 は、容器 41、エアーベントバルブ 42、未溶解炭酸ガス放出ライン 43 から構成される。容器内 41 に通水された未溶解の炭酸ガスを含む炭酸水は、容器内 41 で流路が広がることにより、流速が低下するため、水と気体の密度差により下方に炭酸水、上方に炭酸ガスがそれぞれ分離される。そして、気泡を含まない炭酸水は容器 41 の下方に設けられた出口から流出し、炭酸ガスは上方のエアーベントバルブ 42 を通り、未溶解炭酸ガス放出ライン 43 から放出される。

炭酸ガスと温水の合流部は、両者が合流できればよく、一般的な配管部材にて用いられるチーズ配管、クロス配管、ユニオンなどを用いることができる。

本発明の炭酸水製造装置及び製造方法によれば、高濃度の炭酸水を効率的に製造することができるが、炭酸水中の炭酸ガス濃度は、炭酸水の効果を充分とするために、 $900\text{ mg/L}$ 以上とすることが好ましく、 $1000\text{ mg/L}$ 以上とすることがより好ましい。一方、炭酸ガス濃度がある程度高くなると、効果はあまり変わらなくなるため、上限は  $1500\text{ mg/L}$ 以下とすることが好ましい。

また、水の温度については、全身浴、足浴等の部分浴、シャワー浴等の各種入浴に使用する場合は、生成される炭酸水の温度を  $30\sim45^{\circ}\text{C}$  の範囲とすると、保温効果がありかつ快適な入浴ができるため好ましく、より好ましくは  $35\sim40^{\circ}\text{C}$  の範囲である。

以下、実施例によって、本発明を更に具体的に説明する。

【実施例 1】

浴槽に 200 L のお湯を入れ、図 6 に示す構成の炭酸水製造装置を使用して炭酸水を製造した。なお、溶解効率以下の式より求めた。

5      溶解効率 (%) = 炭酸水中の炭酸ガス溶解量 / 使用した炭酸ガス量 × 100

スタティックミキサーとして、ケニックスタイプ (エレメント数 24、内径 25 mm φ) を用い、供給水量 14 (L/min) で、炭酸ガス流量を 7 (L/min) とし、20 分間炭酸水製造装置を運転した。このときレイノ  
10      ルズ数 × スタティックミキサーのエレメント数 (以下、 $Re \times N$  と記載する。) の値は 438351、水循環回数 1.4 回、また、炭酸ガスの流量を  $X$  (L/min)、水の流量を  $Y$  (L/min) とした。

水の流量  $Y$  に対する炭酸ガスの流量  $X$  の比  $X/Y$  (以下、単に  $X/Y$  と記載する。) の値は 0.5、通水時の圧力損失は 0.14 MPa であっ  
15      た。

得られた炭酸水の炭酸ガス濃度は 1000 (mg/L) で、溶解効率は 73 % であった。

【実施例 2】

供給水量を 16 (L/min)、炭酸ガス流量を 8 (L/min) とした以外は、  
20      実施例 1 と同様に炭酸水を製造した。このとき  $Re \times N$  の値は 500972、水循環回数 1.6 回、 $X/Y$  の値は 0.5、通水時の圧力損失は 0.18 MPa であった。

得られた炭酸水の炭酸ガス濃度は 1100 (mg/L) で、溶解効率は 70 % であった。

25      【実施例 3】

スタティックミキサーとして、ステータタイプ (エレメント数 28、



内径 23 mm  $\phi$ ) を用いた以外は、実施例 2 と同様に炭酸水を製造した。このとき  $Re \times N$  の値は 635291、水循環回数 1.6 回、 $X/Y$  の値は 0.5、通水時の圧力損失は 0.22 MPa であった。

得られた炭酸水の炭酸ガス濃度は 1150 mg/L で、溶解効率は 73% であった。

#### 【実施例 4】

炭酸ガス流量を 8.4 (L/min) とした以外は、実施例 1 と同様に炭酸水を製造した。

このとき  $Re \times N$  の値は 438351、水循環回数 1.4 回、 $X/Y$  の値は 0.6、通水時の圧力損失は 0.14 MPa であった。

得られた炭酸水の炭酸ガス濃度は 1100 (mg/L) で、溶解効率は 67% であった。

#### 【実施例 5】

炭酸ガス流量を 5.6 (L/min)、運転時間を 30 分間とした以外は、実施例 1 と同様に炭酸水を製造した。このとき  $Re \times N$  の値は 438351、水循環回数 2.1 回、 $X/Y$  の値は 0.4、通水時の圧力損失は 0.14 MPa であった。

得られた炭酸水の炭酸ガス濃度は 1200 (mg/L) で、溶解効率は 73% であった。

#### 【実施例 6】

スタティックミキサーとして、ケニックスタイプ (エレメント数 24、内径 13 mm  $\phi$ ) を二本並列に用い、供給水量をスタティックミキサー一本あたり 7 (L/min)、合計 14 (L/min) とした以外は、実施例 1 と同様に炭酸水を製造した。このとき  $Re \times N$  の値は 421491、水循環回数 1.4 回、 $X/Y$  の値は 0.5、通水時の圧力損失は 0.16 MPa であった。

得られた炭酸水の炭酸ガス濃度は1000(mg/L)で、溶解効率は73%であった。

#### 【実施例7】

供給水量をスタティックミキサー一本あたり8(L/min)、合計16  
5 (L/min)、炭酸ガス流量を8(L/min)とした以外は、実施例6と同様に炭酸水を製造した。このとき $Re \times N$ の値は481704、水循環回数1.6回、 $X/Y$ の値は0.5、通水時の圧力損失は0.22MPaであった。

得られた炭酸水の炭酸ガス濃度は1100(mg/L)で、溶解効率は70  
10 %であった。

#### 【実施例8】

炭酸ガス流量を2.8(L/min)、運転時間を50分間とした以外は、  
実施例1と同様に炭酸水を製造した。このとき $Re \times N$ の値は4383  
5 1、水循環回数3.5回、 $X/Y$ の値は0.2、通水時の圧力損失は  
15 0.14MPaであった。

得られた炭酸水の炭酸ガス濃度は1100(mg/L)で、溶解効率は80%であった。

#### 【実施例9】

炭酸ガス流量を16.2(L/min)、運転時間を15分間とした以外は  
20 、実施例1と同様に炭酸水を製造した。このとき $Re \times N$ の値は438351、水循環回数1.05回、 $X/Y$ の値は1.2、通水時の圧力損失は0.14MPaであった。

得られた炭酸水の炭酸ガス濃度は1200(mg/L)で、溶解効率は48%であった。

#### 25 【比較例1】

スタティックミキサーとして、ケニックスタイプ(エレメント数4、

内径 126.6 mm  $\phi$ ) を用い、供給水量 15 (L/min)、炭酸ガス流量を 6 (L/min) とし、運転時間を 30 分間とした以外は、実施例 1 と同様に炭酸水を製造した。このとき  $Re \times N$  の値は 15458、水循環回数 2.25 回、 $X/Y$  の値は 0.4、通水時の圧力損失は 0.05 MPa であつた。

得られた炭酸水の炭酸ガス濃度は 1000 (mg/L) で、溶解効率は 55 % であつた。

#### 【比較例 2】

スタティックミキサーとして、ケニツクスタイプ (エレメント数 120、内径 25 mm  $\phi$ ) を用いた以外は、実施例 1 と同様に炭酸水を製造した。このとき  $Re \times N$  の値は 2191754、水循環回数 1.4 回、 $X/Y$  の値は 0.5、通水時の圧力損失は 0.64 MPa であつた。

得られた炭酸水の炭酸ガス濃度は 1250 (mg/L) で、溶解効率は 90 % であつた。

## 請 求 の 範 囲

1. 水供給手段と、炭酸ガス供給手段と、エレメント数が20～100個であるスタティックミキサーとを有してなることを特徴とする炭酸水製造装置。

2. 前記水供給手段が、水槽と、該水槽中の水を前記スタティックミキサーを介して循環させる複数の循環ポンプとを備え、該複数の循環ポンプが直列に接続されてなる請求の範囲第1項に記載の炭酸水製造装置。

3. 前記スタティックミキサーの下流側に気液分離機が配されてなる請求の範囲第2項に記載の炭酸水製造装置。

4. エレメント数が20～100個のスタティックミキサーに水と炭酸ガスを供給して、水中に炭酸ガスを溶解させることを特徴とする炭酸水製造方法。

5. 前記スタティックミキサーのエレメント数をN個とし、前記スタティックミキサー中を、水と炭酸ガスの混合体が流れる際のレイノルズ数を $Re$ としたとき、下式(1)を満足する請求の範囲第4項に記載の炭酸水製造方法。

$$100000 \leq Re \times N \leq 2000000 \quad \dots (1)$$

6. 水と炭酸ガスの混合体を前記スタティックミキサーに1回だけ供給して炭酸水を製造すると共に、供給する炭酸ガスの流量を $X$  (L/min)、供給する水の流量を $Y$  (L/min)としたとき、下式(2)を満足する請求の範囲第4又は5項に記載の炭酸水製造方法。

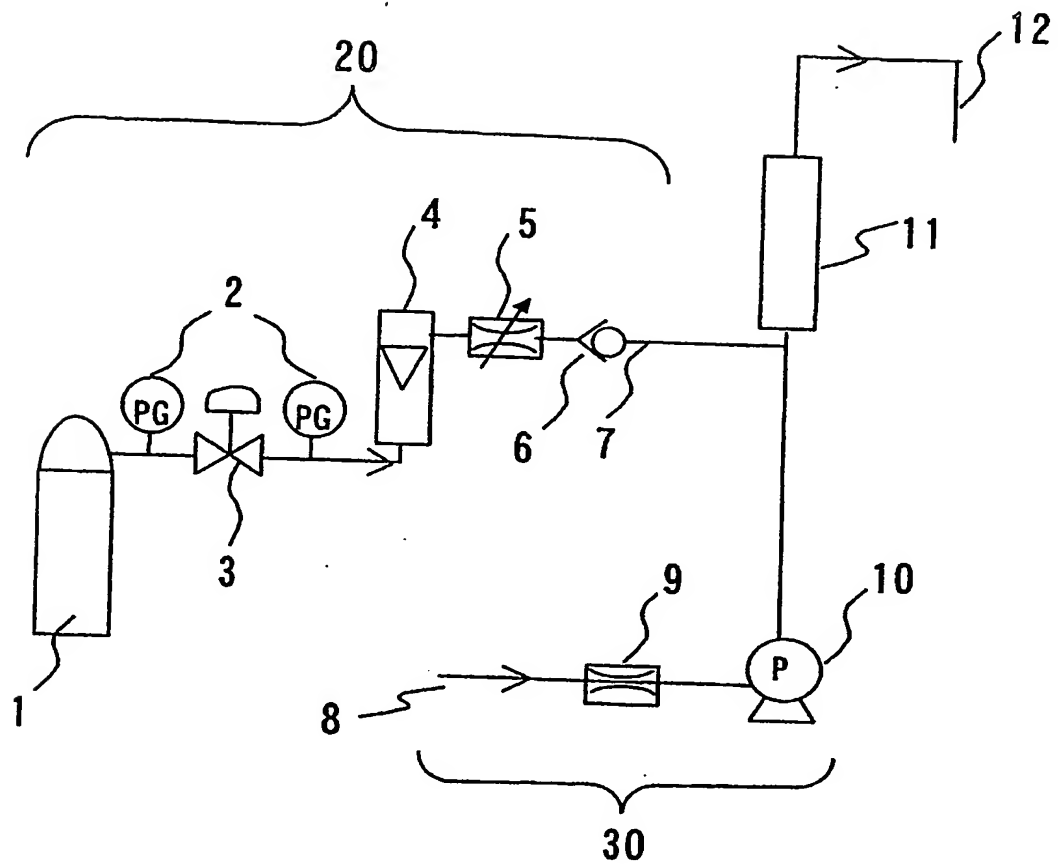
$$0.5 \leq X/Y \leq 1.2 \quad \dots (2)$$

7. 水槽中の水を、前記スタティックミキサーを介して循環させて炭酸水を製造すると共に、供給する炭酸ガスの流量を $X$  (L/min) 供給する水の流量を $Y$  (L/min)としたとき、下式(3)を満足する請

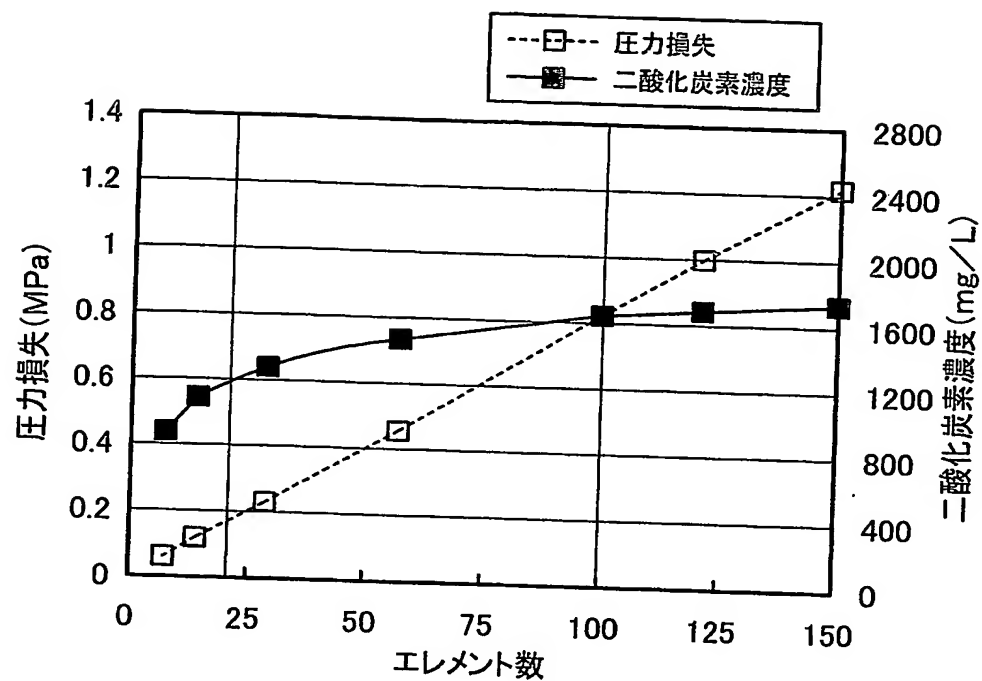
求の範囲第 4 又は 5 項に記載の炭酸水製造方法。

$$0.3 \leq X/Y \leq 1.0 \quad \dots (3)$$

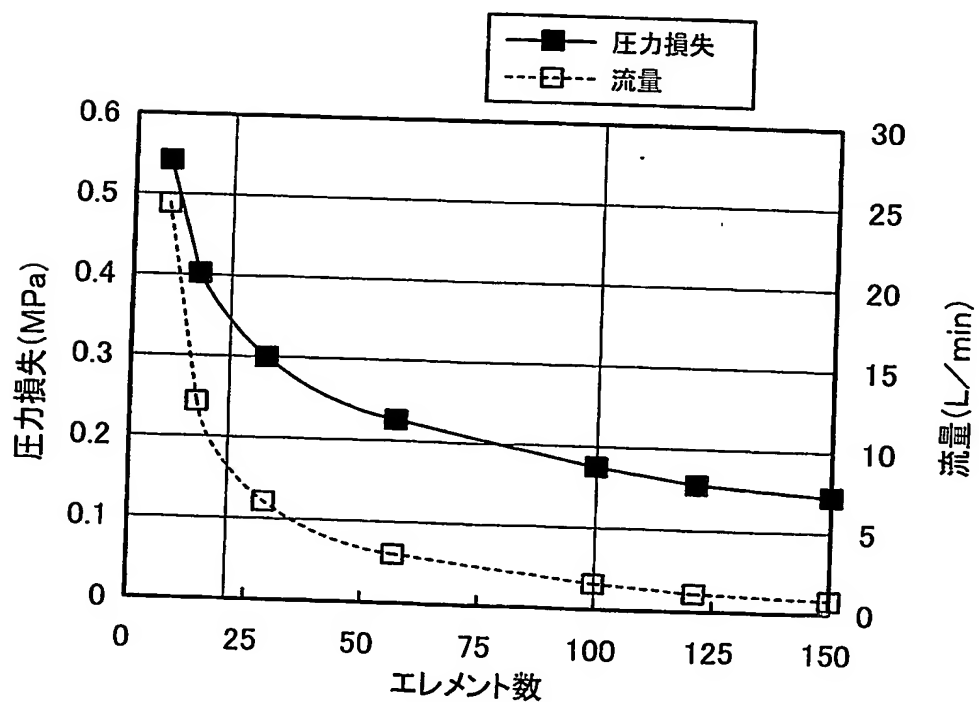
第1図



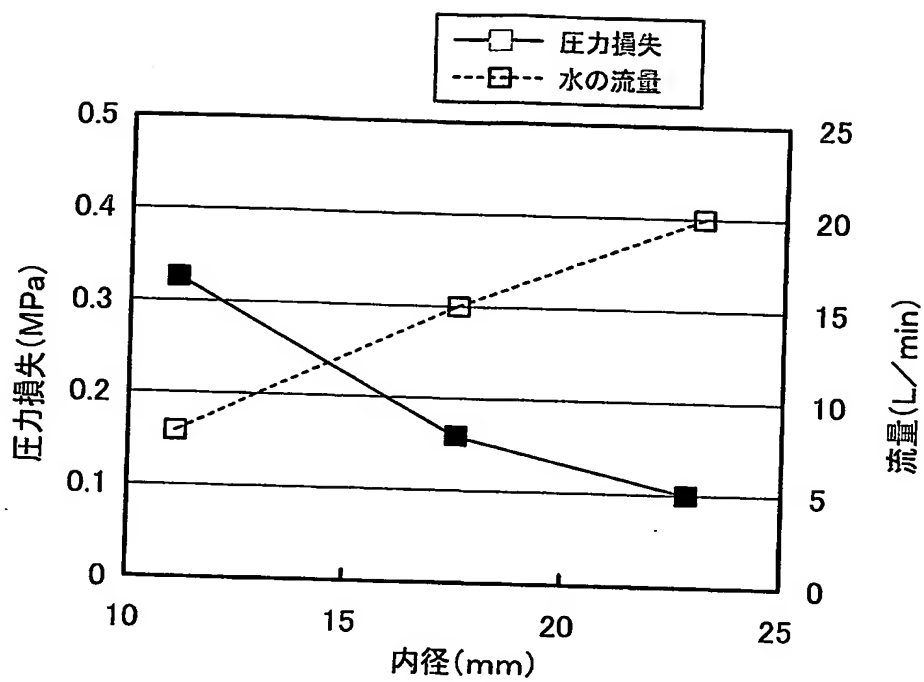
第2図



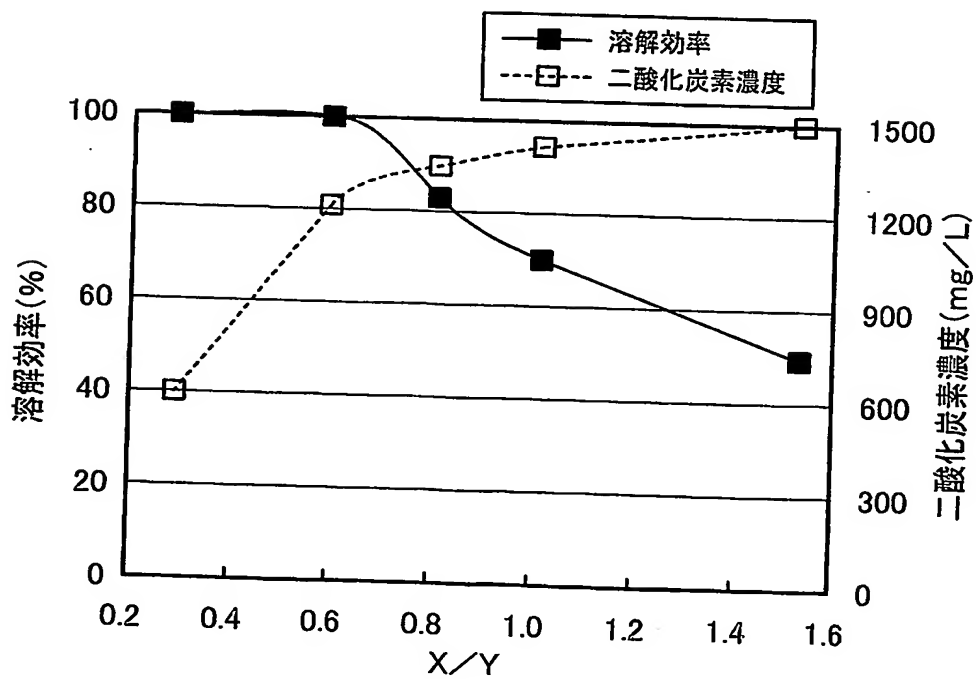
第3図



第4図

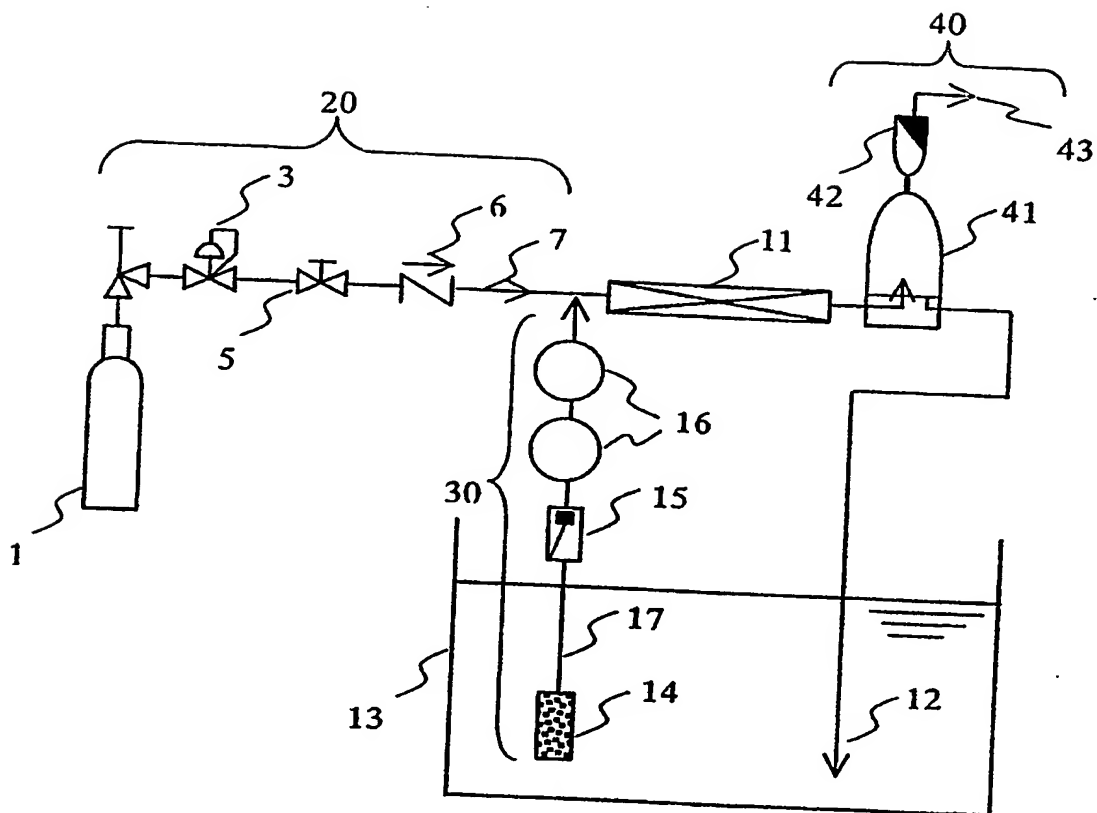


第5図





第6図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004453

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B01F1/00, A61H33/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B01F1/00, A61H33/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1926-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                               | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X<br>Y    | JP 9-173803 A (Kanebo Foods, Ltd.),<br>08 July, 1997 (08.07.97),<br>Claims; page 2, Par. No. [0008] to page 4,<br>Par. No. [0018]<br>(Family: none)                              | 1, 4-7<br>2, 3        |
| X<br>Y    | JP 2002-166148 A (Kabushiki Kaisha Tokyo Furometa<br>Kenkyusho),<br>11 June, 2002 (11.06.02),<br>Claims; page 2, Par. No. [0008] to page 3,<br>Par. No. [0019]<br>(Family: none) | 1, 4-7<br>2, 3        |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (to be specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
21 June, 2004 (21.06.04)Date of mailing of the international search report  
06 July, 2004 (06.07.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004453

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                  | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 6-137670 A (Rinnai Corp.),<br>20 May, 1994 (20.05.94),<br>Claims; page 3, Par. No. [0012] to page 4,<br>Par. No. [0021]<br>(Family: none)                        | 2, 3                  |
| A         | JP 5-123553 A (APV Rosista GmbH.),<br>21 May, 1993 (21.05.93),<br>Claims; page 2, Par. No. [0004] to page 3,<br>Par. No. [0008]<br>& US 5161456 A & EP 0458039 A1   | 1-7                   |
| A         | JP 63-242258 A (Kao Corp.),<br>07 October, 1988 (07.10.88),<br>Claims; page 2, lower right column, line 5 to<br>page 6, upper left column, line 5<br>(Family: none) | 1-7                   |
| E, X      | JP 2004-136272 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.),<br>13 May, 2004 (13.05.04),<br>Claims; page 6, Par. No. [0017] to page 10,<br>Par. No. [0050]<br>(Family: none)      | 1-4                   |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B01F1/00, A61H33/02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B01F1/00, A61H33/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |           |
|-------------|-----------|
| 日本国実用新案公報   | 1926-1996 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2004 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2004 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2004 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                         | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| X<br>Y          | JP 9-173803 A(カネカウーズ株式会社), 1997.07.08, 特許請求の範囲, 第2頁段落【0008】-第4頁段落【0018】, (ファミリーなし)        | 1, 4-7<br>2, 3   |
| X<br>Y          | JP 2002-166148 A(株式会社東京フーメータ研究所), 2002.06.11, 特許請求の範囲, 第2頁段落【0008】-第3頁段落【0019】, (ファミリーなし) | 1, 4-7<br>2, 3   |
| Y               | JP 6-137670 A(リンナイ株式会社), 1994.05.20, 特許請求の範囲, 第3頁段落【0012】-第4頁段落【0021】, (ファミリーなし)          | 2, 3             |

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 06. 2004

国際調査報告の発送日

06. 7. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
新居田 知生

4Q 8618

電話番号 03-3581-1101 内線 6424

## C (続き) . 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                      | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| A               | JP 5-123553 A(アー・ペ・ファオ、ロス・イスタ、ゲゼルシャフト、ミット、ベシュレンクテル、ハフツング), 1993.05.21, 特許請求の範囲, 第2頁段落【0004】-第3頁段落【0008】 & US 5161456 A & EP 0458039 A1 | 1-7              |
| A               | JP 63-242258 A(花王株式会社), 1988.10.07, 特許請求の範囲, 第2頁右下欄第5行-第6頁左上欄第5行, (ファミリーなし)                                                            | 1-7              |
| EX              | JP 2004-136272 A(三菱レイヨン株式会社), 2004.05.13, 特許請求の範囲, 第6頁段落【0017】-第10頁段落【0050】, (ファミリーなし)                                                 | 1-4              |
|                 |                                                                                                                                        |                  |